电视调频转播台防雷系统优化改造

摘　要：本文介绍了永州大华山电视调频转播台防雷系统改造中对共用接地装置、低压配电系统、信号系统、等电位接地设计建设和雷击矢量控制接地技术的应用。

关键词：防雷；接地；SPD；矢量控制接地技术
中图分类号：TM862　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2018）07-051-02　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.07.012

文 / 董彪

引言

大华山台目前共有 2 套地面无线数字电视，担负起中央 12 套和 10 套省、市无线数字电视信号传输发射任务，另外还负责 6 套广播和 4 套模拟电视的发射。我台位于永州市祁阳县，东经 111° 52′ 12″，北纬 26° 41′ 9″，海拔约 601 米，发射新铁塔高 85 米，为周边最高的金属建筑物，极易遭受雷击，雷电一直以来是影响广播电视发射台的一个重要因素。我台防雷接地系统自 1985 年建台以来从未进行全面系统的改造，由于使用年限已久，接地电阻变大，防护性能下降，去年曾多次遭受雷击造成发射设备损坏。

1. 系统改造内容

雷电主要表现为直击雷和感应雷，感应雷主要分为静电感应、电磁感应和雷电脉冲等形式。为了有效避免设备遭受雷击，杜绝安全播出事故，我台按照国家规范和行业标准的要求进行了系统优化改造。

系统改造主要包括五个方面：共用接地装置改造；低压配电系统防雷设施改造；机房信号系统防雷设施改造；机房等电位接地设施改造；雷击矢量控制接地技术应用。

2. 系统设计与建设

2.1 新建共用接地装置

按照《广播电视工程工艺接地技术规范》要求，发射塔直击雷接地、机房感应雷接地、机房工作接地、保护接地需共用接地装置，工频接地电阻不大于 1 欧姆，雷击冲击接地电阻不大于 10 欧姆。[1] 我台海拔高，强对流天气频繁，地质条件以岩石或者风化石为主，对接地系统建造提出了较高的要求。为了保证接地装置有很好的防腐性能，使接地装置具有稳定的接地电阻值，同时提高接地装置的雷电泄放性能，有效降低直击雷冲击接地电阻 [2]。设计为铁塔接闪的直击雷提供多条泄放通道，我们沿发射塔基外引多条网状接地体，并安装 6 口 Ø150（mm）*30m 的深井接地装置，接地深井内植入 Ø150*30000（mm）紫铜排作为垂直接地体，并每隔 10 米焊接一根 Ø50*2000（mm）电解离子接地极，全部采用 40*4（mm）紫铜排作为水平接地体和 500*400*60 高效接地模块，接地装置深埋 0.5 米，每隔 5 米垂直安装 Ø25*1500（mm）铜包钢和 Ø50*2500（mm）电解离子接地极作为垂直接地体，每隔 10 米使用 450*300*60mm 高效接地模块和长效防腐降阻剂改善接地体周围的介电系数，增大接地体的等效电容室外接地母线（如图 1）。

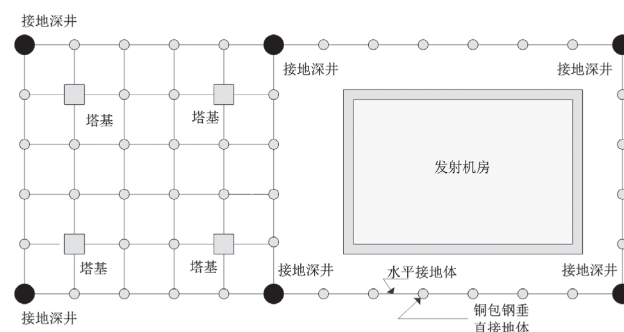


图 1　共用接地体

2.2 发射机房供电线路防雷设施改造

由于高压供电上山线路架空传输距离长，而且铺设在山区丘陵地带，雷击频繁，被闪电击中的概率非常高，闪电通过高压线路侵入变压器和机房，造成设备损坏的事故占到雷击事故的 80% 以上。因此，供电线路的过压防护是高山台站防雷的重中之重。

（1）供电线路的屏蔽设施安装。将机房低压供电线路埋地进入机房。

（2）安装低压配电系统电涌保护器。

我们设计安装 3 级低压配电系统电涌保护器，减少由机房供电线路引入的过电压对机房设备造成的损坏。①变压器低压出线处和柴油发电机进线处各安装 I 级开关型 SPD 电涌保护器，通流容量 25KA（10/350us），响应时间＜ 25ns，保护水平（2.5KV），断路器为 63A，用于防护沿输电线传导的直击雷。②在机房配电柜进线处安装 II 级限 SPD 电涌保护器，通流容量 80KA（8/20us），响应时间＜ 25ns，保护水平（1.3KV），主要防护感应雷。③发射机柜电源、空调电源进线端、交直流逆变柜进线

处安装Ⅲ级限压型ＳＰＤ电涌保护器，通流容量 20KA（8/20us），响应时间＜ 25ns，保护水平（1.0KV），额定电压 380V，最终保护发射机和其他设备（如图 2）。

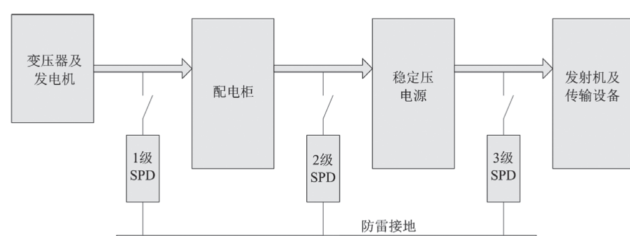


图 2　SPD 浪涌保护器安装

2.3 机房设备防雷

2.3.1 机房信号源设备防雷

当铁塔遭雷击时，巨大的雷电流通过塔体向大地泄放，由于雷电为高频冲击电流，会在铁塔周围形成巨大的瞬变磁场，由于电磁感应的作用，处于该磁场内的通信线路会感应出较高的电动势，从而形成过电压，对信号设备端口造成损坏。由于信号设备端口工作电压低，抗过压和过流的能力非常低，极易遭到感应雷的损坏。引入机房的信号线路主要为天馈、同轴电缆和光纤，均为架空进入机房，卫星接收天线高频头曾多次遭雷击损坏，造成信号传输中断。因此，信号源系统的防雷改造从两个方面进行：（1）对户外线缆的屏蔽设施进行改造。在机房屋顶铺设等电位接地均压环（40*4 热镀锌扁钢），卫星接收天线基座、馈管桥架、信号线缆屏蔽设施均就近与接地排相连；卫星接收天线至机房铺设的同轴电缆穿 Ø50 热镀锌钢管铺设，钢管两端就近做接地处理；室外缠绕成线圈状的线缆进行拆除，并按照防雷要求进行重新布放；铺设独立专用引下线将屋面接地排与新建地网相连。（2）信号设备端口的过压防护。对引入机房的光纤加强筋做接地处理，同时在卫星接收机端口和网络设备端口安装相应规格的信号线路电涌保护器

2.3.2 机房等电位设施安装及合理布线

机房等电位设施是机房设备和防雷设施与接地系统联系的“桥梁”，是防雷接地系统的重要组成部分，如果机房等电位设施欠缺或者施工不规范，那么，防雷接地装置将无法发挥其应有的作用。因此，等电位设施的安装非常关键，是整套防雷系统的“最后一公里”。我们在机房内设置 M 型等电位接地，采用紫铜排 30*3mm 制作均压环，所有信号传输、发射设备的金属外壳、柜、机架、金属管槽、屏蔽线缆外层、设备防静电接地、安全保护接地、防雷器接地端应以最短距离与该等电位连接网络相连。

2.4 雷击电流矢量控制接地技术应用

在雷击发生前，接闪器、引下线和整个接地装置都处于与大地相同的零电位，在接地装置与联接在它上面的设备之间也不存在电位反击。而在接闪后，当雷电流流过引下线和整个接地装置的时候，雷电流在接地装置各部分造成的电压降是不相等的，于是在接地装置各部分之间就存在电压差，而在接地装置与接在其上的设备之间就有电位反击（或电压反击）的问题。

雷击电流矢量接地控制技术就是通过旁路方式使雷电流只能通过我们设计的通道来泄放，从而达到保护发射设施的目的[3]（如图 3）。

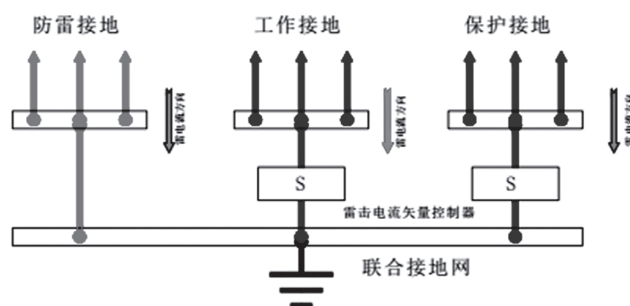


图 3　矢量接地技术

在传统联合接地网地基础之上，将机房内所有接地线按功能分为工作地线、防雷接地线、保护接地线，同时在三者之间串联“雷击电流矢量控制器”，当雷击发生时，“雷击电流矢量控制器”开始工作，将联合接地网与工作接地线、保护接地线之间的连接通道隔离开，使得地网上的雷电流不能通过工作接地线与保护接地线反串进入所保护的设施设备中。

结语

工程完工后，我台组织有资质的检测机构进行系统验收。整个防雷系统中接地至关重要，关系到整个防雷系统的效果，我们选取了铁塔 4 个塔基、机房等电位接地体和每台发射设备SPD浪涌保护器接地端进行了检测，铁塔的接地电阻为 0.94 欧姆，其余各检测点均达到了设计要求，同时我们还对所有 SPD 进行了测试，发现 2 只 SPD 不符合要求，并及时进行了更换。媒

参考文献

[1] 吴薛红，濮天伟，廖德利 . 防雷与接地技术 [M]. 北京：化学工业出版社，2008：7-12.

[2] 朱恒飞 . 广播电视高山无线发射台避雷网设计方案 [J]. 广播与电视技术 2015，42（10）：113-114.

[3] 唐安轩 . 浅析阳明山微波站避雷系统优化改造 [J]. 中国有线电视 2016（08）：942-945.

（作者单位：永州市大华山电视调频转播台）